

PROTOTYPE SISTEM ELECTRONIC ROAD PRICING (ERP)

Oleh

Lundy Orlando Tjandra

NIM: 622009013



Skripsi

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Sistem Komputer

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

Desember 2015



PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lundy Orlando Tjandra

NIM : 622009013

Email : lundy.orlando@gmail.com

Fakultas : Fakultas Teknik Elektronik dan Komputer

Program Studi : Sistem Komputer

Judul tugas akhir : *Prototype Sistem Electronic Road Pricing (ERP)*

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- ☒ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☐ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA**

* Hak yang tidak terbatas hanya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak *non-eksklusif* kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.

** Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing TA dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/kaprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 5 April 2016

Lundy Orlando Tjandra

Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Mengetahui,

Darmawan Utomo, M.Eng.

Tanda tangan & nama terang pembimbing I

Saptadi Nugroho, M.Sc.

Tanda tangan & nama terang pembimbing II



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lundy Orlando Tjandra
NIM : 622009013 Email : lundy.orlando@gmail.com
Fakultas : Teknik Elektronika dan Komputer Program Studi : Sistem Komputer
Judul tugas akhir : *Prototype Sistem Electronic Road Pricing (ERP)*
Pembimbing : 1. Darmawan Utomo, M.Eng.
2. Saptadi Nugroho, M.Sc.

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

Salatiga, 5 April 2016



Lundy Orlando Tjandra

Tanda tangan & nama terang mahasiswa

PROTOTYPE SISTEM ELECTRONIC ROAD PRICING (ERP)

Oleh

Lundy Orlando Tjandra

NIM: 622009013

Skripsi ini telah diterima dan disahkan

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

dalam

Konsentrasi Sistem Embedded

Program Studi Sistem Komputer

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

Disahkan oleh:

Pembimbing I


Darmawan Utomo, M.Eng.

Tanggal: 21-3-2016

Pembimbing II


Saptadi Nugroho, M.Sc.

Tanggal: 21-3-2016

INTISARI

Kemacetan di jalan raya merupakan hal yang umum dan banyak dijumpai di kota-kota besar. Kemacetan umumnya terjadi di daerah *point of interest* seperti *mall*, sekolah dan tempat-tempat ramai lainnya. Skripsi ini berisi rancangan *prototype* sistem *Electronic Road Pricing* berbasis sistem *embedded* Raspberry Pi dengan RFID dan kemampuan pengenalan citra berbasis OpenALPR.

Kendaraan yang melewati gantry akan diambil citra plat nomor serta tag RFIDnya oleh *client*. Citra dan tag yang diambil kemudian diserialisasi ke XML dan dikirimkan ke *server* melalui soket untuk diproses lebih lanjut. Hasil keluaran berupa catatan transaksi dan bacaan citra plat nomor dari OpenALPR.

Hasil pengujian awal membuktikan bahwa RFID reader sanggup bekerja optimal dari jarak 0-360 cm dan hasil dari pengujian sistem sebanyak 3 kali membuktikan bahwa sistem dapat bekerja baik pada kendaraan berkecepatan 10, 20, dan 40 Km/jam kecuali OpenALPR yang gagal 2 dari 3 kali pengujian karena data training minimal. Hasil pengujian akhir OpenALPR setelah di training dengan data 1000 sanggup membaca 9 dari 10 plat nomor yang diberikan secara acak dan sistem dapat bekerja dengan baik.

ABSTRACT

Traffic jams at roads are common occurrences and could be met in every large cities. Traffic jams usually happen at point of interest areas such as malls, schools and at other busy places. This thesis contains Electronic Road Pricing system design prototype based on embedded system Raspberry Pi with RFID and image processing capability based on OpenALPR.

Vehicle passing under the gantry will be recorded by photographing the image of license plate and reading the RFID tag. The image and tag will be serialised to XML and then sent to server through a socket to be processed. The output is transaction record and license plate reading from OpenALPR.

Early test proved that RFID is able to work optimally at range 0-360cm and according to 3 times system test, system is able to work fine at vehicles moving at 10, 20, and 40 Km/h except OpenALPR which failed 2 out of 3 tests because of minimum data training. Latest OpenALPR test after trained with 1000 data proved that OpenALPR is able to recognize 9 out of 10 license plate given randomly and the system works fine.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur diucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga perancangan dan penulisan skripsi ini dapat selesai sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana.

Selama pengerjaan skripsi ini banyak bantuan dan bimbingan baik dalam bentuk materiil, moral, maupun spiritual didapatkan dari banyak pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu ucapan terima kasih diberikan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa untuk semua berkat dan anugerah yang telah diberikan.
2. Bapak Darmawan Utomo, M.Eng. selaku pembimbing I dan Bapak Saptadi Nugroho, M.Sc. selaku pembimbing II skripsi. Terima kasih atas bimbingan, pengarahan, nasihat, dan yang tidak kalah penting waktu dan kesabaran untuk membimbing penulis hingga skripsi ini selesai.
3. Terima kasih yang tidak terhingga untuk Papa Tjandra Herdianto dan Mama Ch. Ceacilia Sri Utami atas dukungan baik materiil dan moral yang telah diberikan untuk penulis. Terima kasih telah menjadi orang tua yang hebat dan sahabat dekat bagi penulis. Terima kasih untuk Mama Gita Nirmala yang telah melahirkan dan mengenalkan penulis ke dunia yang indah ini.
4. Seluruh staf, dosen, dan laboran FTEK Mbak Rista, Mbak Yolanda, Mbak Vera, Pak Budi, Pak Harto, Pak Bambang, Mas Hari.
5. Terima kasih untuk dia yang telah bersama orang lain yang telah memberikan memori indah untuk penulis.
6. Teman-teman angkatan 2009 terutama untuk Yonathan 'BO', Herlambang, Tria, Martino, Andre, Aksa, Adi 'Codot', Budhi Wangsa, Johny, Kevin, Vonso, Gigih 'bewok', Febrian 'Feyfey', Sunaryo, Steven 'Tepen', Michael 'Mikelek', Agung, Wikan, Andin 'pakde, Inka dan teman-teman 2009 lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
7. Terima kasih untuk komputer desktop, laptop, dan Raspberry Pi tercinta yang mana tanpa mereka penulisan skripsi ini tidak mungkin selesai.
8. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang berperan langsung maupun tidak langsung dalam usaha penulis menyelesaikan studi di Universitas Kristen Satya Wacana.

Dalam penulisan skripsi ini disadari masih banyak kekurangan baik dalam isi maupun penyampaian dan dalam penulisannya, untuk itu kritik dan saran yang membangun diharapkan penulis demi perbaikan skripsi ke depannya.

Akhir kata, semoga tulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca tulisan ini.

Salatiga, 7 Desember 2015

Penulis



DAFTAR ISI

INTISARI	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR KODE	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I.....	1
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Spesifikasi Sistem	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. <i>Client Side</i>	5
2.1.1. Raspberry Pi.....	5
2.1.2. Sistem Operasi Raspberry Pi (Raspbian).....	6
2.1.3. Kamera Raspberry Pi (Omnivision OV5647).....	7
2.1.4. Real Time Clock (RTC DS3231).....	8
2.1.5. RFID (COLI BM-0702).....	10
2.1.6. Python	13
2.2. <i>Server Side</i>	14
2.2.1. Microsoft® .NET Framework	14
2.2.2. Microsoft® SQL Server 2014.....	16

2.2.3.	<i>Open Automatic License Plate Recognition (OpenALPR)</i>	18
2.2.3.1.	Deteksi / <i>Detection</i>	19
2.2.3.2.	Binarization	19
2.2.3.3.	Char Analysis	20
2.2.3.4.	Plate Edges	20
2.2.3.5.	De-skew	20
2.2.3.6.	Character Segmentation.....	20
2.2.3.7.	OCR.....	21
2.2.3.8.	Post Processing.....	21
BAB III	.....	22
3.	PERANCANGAN SISTEM.....	22
3.1.	Gambaran Sistem	22
3.2.	Perancangan <i>Client</i>	23
3.2.1.	Perangkat Keras	23
3.2.1.1.	RFID	24
3.2.1.2.	RTC	25
3.2.1.3.	Kamera	26
3.2.1.4.	Raspberry Pi	27
3.2.2.	Perangkat Lunak <i>Client</i>	28
3.2.2.1.	Serial.....	28
3.2.2.2.	Picamera	29
3.2.2.3.	XML	30
3.2.2.4.	Soket.....	31
3.3.	Perancangan <i>Server</i>	31
3.3.1.	Perangkat Lunak <i>Server</i>	31
3.3.1.1.	TCP Listener.....	32
3.3.1.2.	XML Parser	33

3.3.1.3.	SQLCommand.....	33
3.3.1.4.	OpenALPR	34
3.3.2.	Database.....	35
3.3.3.	OpenALPR.....	37
3.3.3.1.	Train-Detector	37
3.3.3.2.	Train-OCR.....	41
3.4.	Perancangan Jaringan.....	42
3.4.1.	Wireless Router.....	43
3.4.2.	Wireless LAN Adapter	43
BAB IV	.....	45
4.	PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	45
4.1.	Pengujian <i>Client</i>	45
4.1.1.	Pengujian RFID dan Raspberry Pi.....	45
4.1.2.	Waktu Eksekusi Program <i>Client</i>	46
4.2.	Pengujian <i>Server</i>	49
4.2.1.	Pengujian Database.....	49
4.2.2.	Pengujian Kamera.....	50
4.2.3.	Waktu Penerimaan Data dari <i>Client</i>	50
4.3.	Pengujian Sistem.....	53
4.3.1.	Pengujian OpenALPR.....	55
BAB V	.....	56
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1.	Kesimpulan	56
5.2.	Saran Pengembangan	57
REFERENSI	.....	58
LAMPIRAN A	.....	61
LAMPIRAN B	.....	64

LAMPIRAN C.....	67
-----------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Diagram Arsitektur ARM Core Raspberry Pi [7] [8] [9]	6
Gambar 2-2. Modul Kamera Raspberry Pi [10]	7
Gambar 2-3. Blok Diagram Sensor OV5647 [13]	8
Gambar 2-4. Rangkaian DS3231 [12]	9
Gambar 2-5. Blok Diagram DS3231 [12].....	10
Gambar 2-6. Arsitektur SoC PR9200 [13].....	11
Gambar 2-7. Rangkaian Di Dalam RFID Reader BM 0702.....	12
Gambar 2-8. Logical Memory Map [14]	13
Gambar 2-9. Stack .NET Framework [16]	14
Gambar 2-10. Blok Diagram Common Language Runtime [18]	15
Gambar 2-11. Tampilan eksekusi query pada SQL Server Management Studio.	17
Gambar 3-1. Gambaran Sistem ERP	22
Gambar 3-2. Use Case Diagram Sistem	23
Gambar 3-3. Hasil baca serial melalui RealTerm.....	24
Gambar 3-4. Pemasangan RTC pada pin GPIO Raspberry Pi.....	25
Gambar 3-5. Pembacaan alamat I2C	25
Gambar 3-6. kamera yang Terpasang pada Raspberry Pi.....	27
Gambar 3-7. Flexible Flat Cable dari OV5647 ke Port CSI pada Raspberry	27
Gambar 3-8. Tabel Database	35
Gambar 3-9. ERD Database (1).....	36
Gambar 3-10. ERD Database (2).....	36
Gambar 3-11. Positive Images.....	37
Gambar 3-12. Negative Images	38
Gambar 3-13. Proses Training Detector	39
Gambar 3-14. LBP Cascade Training.....	39
Gambar 3-15. Data Training OCR.....	41
Gambar 3-16. Jaringan Sistem.....	42
Gambar 3-17. Wireless Router TL-WR841ND	43
Gambar 3-18. WLAN Adapter pada Raspberry Pi	44
Gambar 4-1. Skematik Pengujian	53
Gambar 4-2. Hasil Bacaan OpenALPR pada Pengujian Akhir	54
Gambar 4-3. Gambar dari sisi Raspberry Pi	54

DAFTAR KODE

Kode 2-1. Contoh Kode Program yang Menggunakan Kelas dari .NET Framework	16
Kode 2-2. Contoh T-SQL pada Microsoft SQL Server 2014	17
Kode 2-3. Contoh penerapan parametrised query pada kode C# yang berisi T-SQL	18
Kode 3-1. Kode untuk memotong data serial untuk memperoleh TID RFID	24
Kode 3-2. Perintah shell Linux untuk menggunakan modprobe DS1307	26
Kode 3-3. Perintah Shell	26
Kode 3-4. Kode Membaca Serial	28
Kode 3-5. Kode Menulis Serial	29
Kode 3-6. Kode Picamera	29
Kode 3-7. Kode XML	30
Kode 3-8. Hasil kode XML	30
Kode 3-9. Kode Soket	31
Kode 3-10. Kode TCP Listener	32
Kode 3-11. Kode Parsing XML	33
Kode 3-12. Kode SQL Command pada C#	34
Kode 3-13. Pseudocode OpenALPR pada C#	34
Kode 3-14. Snippet Kode Cascade LBP Training	40
Kode 4-1. Perhitungan Waktu Eksekusi	48
Kode 4-2. Perhitungan Waktu Terima Data Dari Client	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Fase Pipeline OpenALPR [23]	18
Tabel 3-1. Data Binary yang Telah Dihexakan	24
Tabel 4-1. Hasi Pengujian RFID Reader. <1s* Tidak terukur stopwatch	45
Tabel 4-2. Hasil Pengujian Waktu Eksekusi Program.....	47
Tabel 4-3. Tabel Pengujian Database	49
Tabel 4-4. Waktu TCP Listener.....	51
Tabel 4-5. Hasil Pengujian Sistem.....	53
Tabel 4-6. Pengujian OpenALPR	55



DAFTAR SINGKATAN

ARM	<i>Acorn RISC Machine</i>
CISC	<i>Complex Instruction Set Computing</i>
CMOS	<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>
DBMS	<i>Database Management System</i>
ERD	<i>Entity Relational Diagram</i>
ERP	<i>Electronic Road Pricing</i>
GPIO	<i>General Purpose Input / Output</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
I ² C	<i>Inter-integrated Circuit</i>
IC	<i>Integrated Circuit</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPv4	<i>Internet Protocol v4</i>
IPv6	<i>Internet Protocol v6</i>
NTP	<i>Network Time Protocol</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
OpenALPR	<i>Open Automatic License Plate Recognition</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RISC	<i>Reduced Instruction Set Computing</i>
RTC	<i>Real Time Clock</i>
RTOS	<i>Real Time Operating System</i>
SoC	<i>System on Chip</i>
SQL	<i>Structured Language Query</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver / Transmitter</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UHF	<i>Ultra-High Frequency</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

